

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-260459

(43)Date of publication of application : 13.09.2002

(51)Int.Cl.

H01B 13/00

G01N 3/32

G01N 33/20

H02G 1/06

H02G 3/38

(21)Application number : 2001-057945

(71)Applicant : SUMITOMO WIRING SYST LTD
SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 02.03.2001

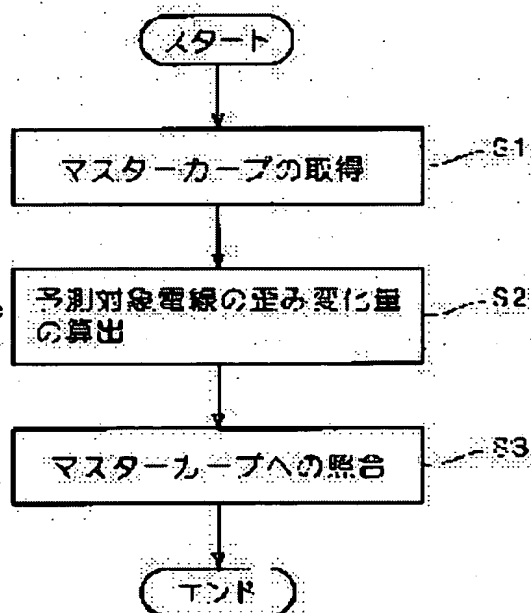
(72)Inventor : ONOE NAOYOSHI
INOUE TAKUYA
KAWAKITA ARINORI
OUCHI KOJI
KAJI MIKIO

(54) METHOD FOR PREDICTING BENDING LIFE OF ELECTRIC WIRE AND THE LIKE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily predict a bending life in which a conductor part of core wire disconnects, before an insulating layer which is a coating material actually cracks.

SOLUTION: A bending life, in which an electric wire or the like comprising a central conductor at least at its center comes to disconnect through bending, is predicted. Here, a correlation between the actual value of bending life and a distortion change amount of a single wire is acquired in advance, and a maximum distortion change amount of a central conductor of electric wire and the like which is to be predicted is calculated. The maximum distortion change amount is collated with the correlation to predict the bending life of the electric wire and the like. Since only a single central conductor is required to be predicted for only a bending life even if a plurality of core wires are included, a prediction process is easy.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

05.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-260459

(P2002-260459A)

(43) 公開日 平成14年9月13日 (2002.9.13)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 1 B 13/00	5 1 3	H 0 1 B 13/00	C 2 G 0 5 5
G 0 1 N 3/32		G 0 1 N 3/32	5 1 3 Z 2 G 0 6 1
33/20		33/20	E 5 G 3 6 3
H 0 2 G 1/06		H 0 2 G 1/06	P
			Q
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-57945(P2001-57945)

(22) 出願日 平成13年3月2日(2001.3.2)

(71) 出願人 000183406

住友電装株式会社

三重県四日市市西末広町1番14号

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 尾上 尚好

三重県四日市市西末広町1番14号 住友電装株式会社内

(74) 代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明 (外2名)

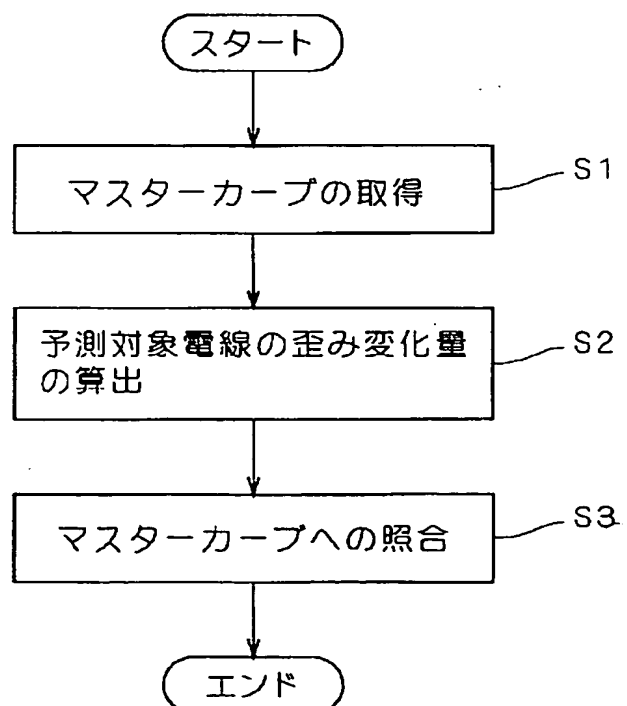
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電線等の屈曲寿命予測方法

(57) 【要約】

【課題】 特に被覆材である絶縁層にクラックが生じる以前に芯線としての導体部が断線する場合の屈曲寿命を容易に予測する。

【解決手段】 少なくとも中央に中心導体線を有する電線等の屈曲による断線に至るまでの屈曲寿命を予測する場合に、まず単線の歪み変化量と屈曲寿命の実測値との相関関係を予め得ておき、予測対象となる電線等の中心導体線の最大歪み変化量を算出して、この最大歪み変化量を相関関係に照合することによって電線等の屈曲寿命を予測する。特に複数の芯線を有する場合に、単一の中心導体線のみを予測すればよい。そのため、予測処理が容易である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも中央に中心導体線を有するとともに、当該中心導体線の周囲に撚線が撚られてなる電線の屈曲による断線に至るまでの屈曲寿命を予測する電線等の屈曲寿命予測方法であって、

前記中心導体線と同材質で形成された単線の歪み変化量と屈曲寿命の実測値との相関関係を予め得る工程と、予測対象となる電線の前記中心導体線の最大歪み変化量を算出する工程と、

算出された前記中心導体線の前記最大歪み変化量を前記相関関係に照合することによって前記電線の屈曲寿命を予測する工程とを備えることを特徴とする電線等の屈曲寿命予測方法。

【請求項 2】 中央に中心導体線をそれぞれ有する複数の電線が束ねられてなる電線束の断線に至るまでの屈曲寿命を予測する電線束の屈曲寿命予測方法であって、前記中心導体線と同材質で形成された単線の歪み変化量と屈曲寿命の実測値との相関関係を予め得る工程と、予測対象となる電線束内の複数の電線のうち、屈曲において最も曲率半径の変化が大きいと予想される単一の電線の前記中心導体線の最大歪み変化量を算出する工程と、

算出された前記電線の前記中心導体線の前記最大歪み変化量を前記相関関係に照合することによって前記電線束の屈曲寿命を予測する工程とを備えることを特徴とする電線等の屈曲寿命予測方法。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の電線等の屈曲寿命予測方法であって、前記相関関係を得る工程は、複数の歪み変化量について前記単線を繰り返し曲げを施して、断線に至るまでの屈曲回数を実際に測定することにより前記相関関係を求めることを特徴とする電線等の屈曲寿命予測方法。

【請求項 4】 請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の電線等の屈曲寿命予測方法であって、前記最大歪み変化量を算出する工程において、前記中心導体線の半径を r_a とし、前記中心導体線の屈曲を受ける領域内で最も大きく屈曲変化する位置において最も屈曲した状態の前記中心導体線の曲げ半径を R_1 とし、最も伸長した状態の前記中心導体線の曲げ半径を R_2 とし、次式により前記最大歪み変化量 ($\Delta \varepsilon$) を算出することを特徴とする電線等の屈曲寿命予測方法。

$$\Delta \varepsilon = r_a \cdot (1/R_1 - 1/R_2)$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、導体線を絶縁層にて被覆してなる電線またはこれらの電線を複数束ねた電線束であって、自動車や産業機器およびそれに装着される電気・電子機器の電気信号や電源からの電力を供給する電線または電線束の屈曲による断線に至るまでの屈曲寿命を予測する電線等の屈曲寿命予測方法に関する

る。

【0002】

【従来の技術】周知のように、自動車や産業機器には多くの電線が使用されている。電線または複数の電線を束ねた電線束（この明細書では、電線および電線束を総称して「電線等」と称することにする）には、例えば自動車のドア部やシート部のように屈曲を受ける位置に配置されているものもあり、このような電線等については、繰り返し曲げ変形を受けることによって断線に至ることがある。

【0003】一般に、低温を含む低温下においては、PVC等の絶縁層（被覆材）が屈曲を繰り返すことで、その絶縁層が疲労破壊によりクラック（被覆割れ）が生じやすくなる。そうすると、そのクラックが生じた部分の導体部（芯線）に局部的な応力がかかりやすくなることから、低温下での断線は導体部を被覆する絶縁層の疲労破壊に主として支配されることがわかっている。

【0004】そして、低温下での電線等の絶縁層のクラックについて、その絶縁層部分での歪み変化量と屈曲寿命との相関関係を予めマスターカーブとして把握しておき、このマスターカーブを用いて電線の屈曲寿命を予測する方法が、本出願人によって既に提案されている（例えば特願平 11-210650 号：以下「提案例」と称す）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の提案例は、断線が主として絶縁層のクラックに起因する状況下での屈曲寿命を求めるものであって、絶縁層のクラックに至るまでの屈曲回数から屈曲寿命を求めており、絶縁層にクラックが発生しない状態で導体部（芯線）に断線が生じる状況下での屈曲寿命を予測することは困難である。例えば、常温においては、絶縁層にクラックが発生する以前に導体部が断線することがある。また、絶縁層としてハロゲンフリーの樹脂材料や PE を使用した場合には、低温下においても、絶縁層にクラックが発生する以前に導体部が断線することがある。

【0006】そこで、この発明の課題は、絶縁層にクラックが生じる以前に内部の導体部が断線する場合に効率良く屈曲寿命を予測できる電線等の屈曲寿命予測方法を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決すべく、請求項 1 に記載の発明は、少なくとも中央に中心導体線を有するとともに、当該中心導体線の周囲に撚線が撚られてなる電線の屈曲による断線に至るまでの屈曲寿命を予測する電線等の屈曲寿命予測方法であって、単線の歪み変化量と屈曲寿命の実測値との相関関係を予め得る工程と、予測対象となる電線の前記中心導体線の最大歪み変化量を算出する工程と、算出された前記中心導体線の前記最大歪み変化量を前記相関関係に照合することによ

って前記電線の屈曲寿命を予測する工程とを備える。

【0008】請求項2に記載の発明は、中央に中心導体線をそれぞれ有する複数の電線が束ねられてなる電線束の断線に至るまでの屈曲寿命を予測する電線束の屈曲寿命予測方法であって、前記中心導体線と同材質で形成された単線の歪み変化量と屈曲寿命の実測値との相関関係を予め得る工程と、予測対象となる電線束内の複数の電線のうち、屈曲において最も曲率半径の変化が大きいと予想される単一の電線の前記中心導体線の最大歪み変化量を算出する工程と、算出された前記電線の前記中心導体線の前記最大歪み変化量を前記相関関係に照合することによって前記電線束の屈曲寿命を予測する工程とを備える。

【0009】請求項3に記載の発明は、請求項1または請求項2に記載の電線等の屈曲寿命予測方法であって、前記相関関係を得る工程は、複数の歪み変化量について前記単線を繰り返し曲げを施して、断線に至るまでの屈曲回数を実際に測定することにより前記相関関係を求める。

【0010】請求項4に記載の発明は、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の電線等の屈曲寿命予測方法であって、前記最大歪み変化量を算出する工程において、前記中心導体線の半径を r_a とし、前記中心導体線の屈曲を受ける領域内で最も大きく屈曲変化する位置において最も屈曲した状態の前記中心導体線の曲げ半径を R_1 とし、最も伸長した状態の前記中心導体線の曲げ半径を R_2 として、次式により前記最大歪み変化量($\Delta \epsilon$)を算出する。

$$\Delta \epsilon = r_a \cdot (1/R_1 - 1/R_2)$$

【0012】

【発明の実施の形態】まず、本発明の基本的な考え方について説明する。本発明者等は、電線等の屈曲寿命を支配する因子について鋭意検討を行った。その結果、被覆材となる絶縁層として温度依存性の少ないハロゲンフリーの樹脂材やPE等を使用する場合や、温度依存性のあるPVC等の絶縁層を有していても例えば常温である場合においては、これらの電線等を繰り返し屈曲していくと、絶縁層の疲労破壊によりクラックが生じる以前に、内部の芯線となる導体部が断線することがある。このことから、電線等の断線は必ずしも導体部を被覆する絶縁層の疲労破壊に起因する場合ばかりでなく、むしろ、上記のような条件下では、電線等の屈曲寿命は、内部の各素線の屈曲寿命に等しいと考えることができる。

【0013】しかも、例えば単一の絶縁層の内部に複数の素線が配置されている場合に、断面中央に配置された素線(以下「中心導体線」と称す)と、この中心導体線の周囲の撚線のそれぞれの屈曲寿命を比較すると、撚線が略コイル状に形成されて屈曲寿命が非常に長いものに対して、直状に張られた中心導体線の屈曲寿命が短いことが解っている。また、それぞれ芯線を有する複数の電線

が束ねられた電線束の場合には、最も屈曲した状態と最も伸長した状態との間で歪み変化量の最も大きいいずれか一本の電線の芯線(中心導体線)の屈曲寿命が最も短いことが解っている。そして、この最も短い屈曲寿命を有する中心導体線のみの寿命予測をするだけで、その電線等全体の屈曲寿命を予測できることを究明した。すなわち、電線等の内部のいずれか単一の中心導体線のみの最大歪み変化量と、電線等の全体としての屈曲寿命との間に強い相関関係が存在するという知見を得たのである。

【0014】従って、その中心導体線の歪み変化量とその中心導体線の屈曲寿命との間の相関関係を予め実験的に求めておけば、様々な製品条件下の中心導体線についてその最大歪み変化量を解析するだけで電線等の全体としての屈曲寿命を予測することができるとなる。本発明は、かかる知見に基づいて完成されたものである。

【0015】尚、この電線等の屈曲寿命予測方法では、以下に述べるように、複数の導体線(素線または芯線)を有する構造において、最も屈曲寿命の短いと推測されるいずれか一本の中心導体線の屈曲寿命を予測することで、全体的な電線等(電線または電線束)の屈曲寿命を予測するが、電線束などのように複数の導体線を有するような構造の対象物については、この実施の形態でいう屈曲寿命が電線または電線束の全ての導体線の完全断線を予測することを意味しない。電線または電線束内のいずれかの導体線(中心導体線を含む)が断線したとしても、その他の導体線が同時期に断線するとは限らず、このため電線または電線束の全ての電線の完全断線はかなり時間が経過した時点に発生するものである。しかしながら、いずれかの導体線(即ち、最も屈曲寿命の短い中心導体線)が断線するという事は、その電線または電線束の機能品質に大きな変化を伴うことから、この実施の形態では、完全断線には至らないものの、いずれか一本の導体線が断線するまでの寿命をもって、屈曲寿命と称することにする。

【0016】{第1の実施の形態}以下、具体的な屈曲寿命予測方法のうち、第1の実施の形態として、中心導体線1の周囲に撚線2が撚られてなる電線(図5参照)の屈曲寿命予測方法について説明する。

【0017】図1は、この屈曲寿命予測方法の手順を示すフローチャートである。

【0018】まず事前工程としてのステップS1で、単一の電線の屈曲寿命と歪み変化量との相関関係を示すマスターカーブを予め取得する。マスターカーブは、実際に使用される中心導体線と同一材料の、例えば銅製の単品としての素線1について、図2のように所定の治具Z1、Z2を用いるなどして繰り返し曲げを施し(図2の例では治具Z2を治具Z1に対して矢示方向に往復移動させる)、その歪み変化量を例えばCAE解析等によって解析し、様々な歪み変化量について、屈曲寿命(断線

に至るまでの屈曲回数)を実際に測定することによって取得される。

【0019】図3は、電線の歪み変化量について説明するための図である。電線中の絶縁層の内部の導体線(単線)1の半径を r_a とする。導体線1は曲げ変形を受けており、その曲げ半径を R とすると、曲率 K は $K=1/R$ で表される。このときに導体線1の表面に生じている歪み ε は次の(1)式のように表される。

【0020】

$$\begin{aligned}\varepsilon &= 2\pi(R+r_a)/2\pi R - 1 \\ &= (R+r_a)/R - 1 \quad \cdots (1)\end{aligned}$$

10

ここで、ドア部やシート部等の屈曲を受ける位置に配置

$$\begin{aligned}\Delta\varepsilon &= (R_1+r_a)/R_1 - (R_2+r_a)/R_2 \\ &= r_a \cdot (1/R_1 - 1/R_2) \\ &= r_a \cdot \Delta K \quad \cdots (2)\end{aligned}$$

なお、(2)式において ΔK は導体線1に繰り返し曲げを施したときの曲率の変化量であり、繰り返し曲げ時の導体線1の形状変化から有限要素法を用いたコンピュータ解析(いわゆるCAE解析(computer-aided engineering))によって算出することができる。その算出された ΔK を、導体線1の各部位についてリストアップし、最も値の大きい ΔK を採用して、(2)式から導体線1の表面の最大歪み変化量 $\Delta\varepsilon$ を求めることができる。

【0022】一方、屈曲寿命については、導体線1に繰り返し曲げを施して、断線に至るまでの屈曲回数を実際に測定することによって求める。常温下における電線等の全体的として断線は、その内部の各導体線1の金属疲労破壊に主として支配されているものであるが、屈曲寿命には温度依存性がある場合には、屈曲寿命の測定について必要な温度ごとに行うことが望ましい。

【0023】尚、マスターカーブの決定のために使用する導体線1としては、実際の予測対象の電線等を使用されている導体線及び絶縁材と同一の材料のものである必要があるが、その径については、必ずしも予測対象の電線等に使用されているものと同一である必要がない。これは、導体線の径が異なる試料でマスターカーブを求めておいても、予測対象となる導体線1の径に拘わらず当該マスターカーブを適用できるという知見を、本願出願人による実験の結果得られたからである。

【0024】図4は、得られたマスターカーブの一例を示す図である。同図の横軸は導体線1の表面の歪み変化量を示し、縦軸は屈曲寿命(断線に至るまでの屈曲回数)を示している。

【0025】図1に戻り、マスターカーブを取得した後、ステップS2に進み、屈曲寿命を予測する対象としている電線等の中心導体線の最大歪み変化量 $\Delta\varepsilon$ を算出する。予測対象としている電線等の中心導体線の最大歪み変化量 $\Delta\varepsilon$ は、コンピュータを用いた形状シミュレーションによって算出され、その電線等の取り付け状態、取り付け形状および取り付け後に受ける曲げ変形の態様

される導体線1において、その屈曲を受ける位置で最も屈曲した状態の導体線1の曲げ半径を R_1 とし、最も伸長した状態の導体線1の曲げ半径を R_2 として、この最も屈曲した状態と最も伸長した状態との間で導体線1に繰り返し曲げを施したときの当該導体線1の表面の歪み変化量を $\Delta\varepsilon$ とすると、 $\Delta\varepsilon$ は次の(2)式にて表される。

【0021】

等に基づいて、有限要素法を用いたCAE解析により算出する。なお、ここで算出する中心導体線の最大歪み変化量 $\Delta\varepsilon$ は、マスターカーブを取得したときと同様の工程により求める。

【0026】具体的に、予測対象としている電線等の中心導体線の最大歪み変化量 $\Delta\varepsilon$ は、例えばまず電線等の初期形状を有限要素モデルとして仮想的にコンピュータ内に再現し、また実際の電線等の屈曲状況を設置される場所の動き(例えばドアの開閉動作等)をシミュレーションし、中心導体線について最も曲率半径の変化($1/R_1 - 1/R_2$)が大きい点について、上記(2)式に基づいて、その部分の最大歪み変化量 $\Delta\varepsilon$ を求める。尚、このような有限要素法によるコンピュータ解析の工程においては、電線等の実際の状況を有限要素モデルに再現することが重要であるため、内部の中心導体線1だけでなく、被覆材となる絶縁層の厚み、曲げ弾性等のさまざまな物性をも考慮して曲げ半径(曲率半径) R を考慮する。

【0027】例えば、導体部の金属材料の曲げ弾性係数と、被覆層の絶縁材料の曲げ弾性係数を、その断面積比率によって重み付け平均し、導体部の金属材料と被覆層の絶縁材料とを平均化した仮想的な材料を想定する。そして、かかる仮想的な材料を1本の線部材(以下「仮想的線部材」と称す)として、その仮想的線部材の半径及びその曲げ半径を想定して形状を決定する。

【0028】このような工程を経た後、この実施の形態では、図3のように、電線等の中心導体線1のみについての曲率半径 R (すなわち、(2)式における R_1 、 R_2)を求めて最大歪み変化量 $\Delta\varepsilon$ を求める。このようにして、図5のように、中心導体線1の周囲に撚線2が撚られてなる電線の場合には、その内部の単一の中心導体線1のみを考慮して伸屈動作におけるそれぞれの曲率半径(R_1 、 R_2)を求める。

【0029】そして、(2)式に示した R_1 (最も屈曲した状態の仮想的線部材の曲げ半径)及び R_2 (最も伸

40

長した状態の仮想的線部材の曲げ半径)を考慮して、中心導体線 1 の最大歪み変化量 ((2) 式中の $\Delta \epsilon$) を算出する。

【0030】次に、算出された予測対象となる導体線 1 の最大歪み変化量を上記のマスターカーブ (図 4) に照合することによって、その電線等の全体としての屈曲寿命を予測する (ステップ S 3)。既述したように、電線等の屈曲寿命と、その中心導体線 1 の最大歪み変化量との間の相関関係自体は、電線等及び中心導体線 1 の形状に依存しない。従って、中心導体線 1 の最大歪み変化量を算出することができれば、電線の径の如何によらず、その屈曲寿命を正確に予測することができるのである。なお、このことは本発明にかかる電線の屈曲寿命予測方法が電線の径を全く考慮していないことを意味しているのではなく、予測対象としている電線の最大歪み変化量を (2) 式を用いて算出する段階においてそれを考慮している。

【0031】このようにすれば、電線の径等の製品条件によらず、その屈曲寿命を正確に予測することができるため、ワイヤーハーネスの設計等にその予測結果を反映することによって事前に机上検討が可能となり、最適設計、開発期間の短縮を図ることができる。

【0032】尚、図 6 はマスターカーブと実験結果とを比較する図である。尚、実験では、様々な径の導体部 (芯線) を有する電線を対象としている。この図 6 のように中心導体線の最大歪み変化量と屈曲寿命との相関をプロットした結果、1 本の単線での屈曲試験に基づいて得られたマスターカーブ上に、導体部の径に拘わらず、実際の電線等の寿命がほぼ一致していることが解る。

【0033】{第 2 の実施の形態} 上記第 1 の実施の形態では、図 5 のように、撚線 2 の中心に中心導体線 1 が形成されてなる電線の屈曲寿命予測方法について説明したが、第 2 の実施の形態では、図 7 のように、それぞれに芯線 (中心導体線) 3 1 を有する複数の電線 3 3 が束ねられてなる電線束 3 2 の屈曲寿命予測方法について説明する。尚、この実施の形態の屈曲寿命予測方法は、大部分について第 1 の実施の形態と同様であるため、この第 1 の実施の形態と異なる部分を中心に説明する。

【0034】まず、屈曲寿命予測の対象が電線束 3 2 の場合は、複数の電線 3 3 が平行に配置されており、この複数の電線 3 3 を電線束 3 2 としてまとめて屈曲させる場合は、その曲げ半径において最も内周に位置する一本の電線 3 3 a において、最も曲率半径の変化 ($1/R_1 - 1/R_2$) が大きいものとなる。したがって、この最も曲率半径の変化が大きくなる一本の電線 3 3 a の中心導体線 3 1 のみを屈曲寿命予測の対象とすることで、容易に電線束の屈曲寿命予測を行うことができる。

【0035】まず、図 1 のステップ S 1 のマスターカーブの取得においては、第 1 の実施の形態で説明した方法と何ら変化ない。

【0036】次に、ステップ S 2 においては、屈曲寿命予測の対象が図 7 のような電線束 3 2 である場合には、全ての電線 3 3 の各 (芯線) 及び絶縁層の曲げ弾性係数を、その各断面積比率によって重み付け平均し、導体部の金属材料と被覆層の絶縁材料とを総合的に平均化した仮想的な材料を想定して、電線束 3 2 全体としての形状 (屈曲形状及び伸長形状) を決定する。

【0037】そして、このように決定された電線束 3 2 全体の形状中において、この電線束 3 2 内の複数の電線 3 3 の芯線のうち、曲率半径の最も内側に位置して最も曲率半径の変化が大きくなると予想される単一の電線 3 3 a について、その電線 3 3 a の中心導体線 1 のみの曲率半径 R (すなわち、(2) 式における R_1 , R_2) の変化を求める。

【0038】そして、かかる曲率半径 R (すなわち、(2) 式における R_1 , R_2) について、当該電線 3 3 a の中心導体線 3 1 の径を r_a として (2) 式に代入し、当該中心導体線 3 1 の表面の最大歪み変化量 $\Delta \epsilon$ を算出する。

【0039】そして、ステップ S 3 において、その最大歪み変化量 $\Delta \epsilon$ をマスターカーブに当てはめ、これにより電線等全体としての屈曲寿命を予測する。

【0040】尚、電線束 3 2 内の電線 3 3 が互いに撚られて配置される場合は、いずれの電線 3 3 の曲率半径の変化が最も大きくなるか予測できない場合もあり得る。この場合は、各電線 3 3 のそれぞれについて屈曲寿命予測を行い、最も屈曲寿命の短いと予測された電線 3 3 の屈曲寿命を、電線束 3 2 全体の屈曲寿命として予測すればよい。

【0041】このように、極めて容易に電線束 3 2 の屈曲寿命予測を行うことができ、コンピュータの解析処理にかかる負荷を大幅に低減し、且つ比較的正確に屈曲寿命を予測できる。

【0042】以上この発明の各実施の形態について説明したが、この発明の範囲は上記実施例に限られるものではなく、添付された請求の範囲によって規定される。

【0043】

【発明の効果】請求項 1 ないし請求項 4 に記載の発明によれば、少なくとも中央に中心導体線を有する電線または電線束の屈曲による断線に至るまでの屈曲寿命を予測する場合に、まず単線の最大歪み変化量と屈曲寿命の実測値との相関関係を予め得ておき、予測対象となる電線または電線束の中心導体線の最大歪み変化量を算出して、この最大歪み変化量を相関関係に照合することによって電線または電線束の屈曲寿命を予測するようにしているので、特に被覆材である絶縁層にクラックが生じる以前に芯線としての導体部が断線する場合の屈曲寿命を容易に予測することができる。

【0044】この場合、複数の芯線を有する電線または電線束の場合であっても、全ての芯線についての屈曲寿

命を予測せずに、いずれか単一の中心導体線の屈曲寿命のみを予測するので、例えば有限要素法を用いたコンピュータ解析処理等で屈曲寿命の予測を行うような場合に、有限要素モデルの設定及び最大歪み変化量の計算等のコンピュータの計算処理負荷を大幅に低減することが可能となる。

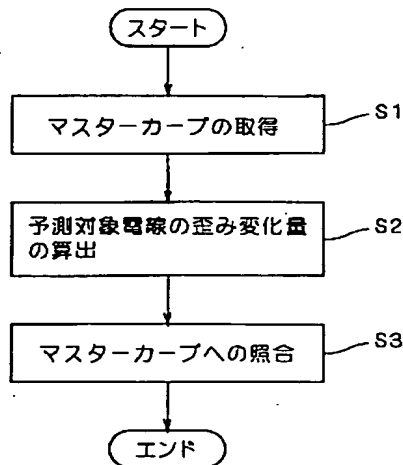
【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の一の実施の形態に係る電線等の屈曲寿命予測方法を示すフローチャートである。

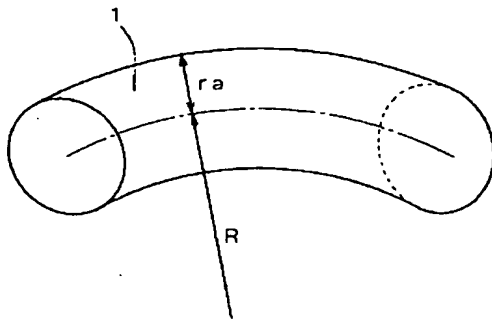
【図 2】 マスターカーブを得るために行われる単線の屈曲試験を示す図である。

【図 3】 中心導体線を示す図である。

【図 1】



【図 3】



【図 4】 マスターカーブを示す図である。

【図 5】 電線中に中心導体線が含まれる状態を示す図である。

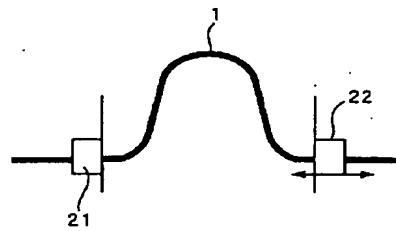
【図 6】 マスターカーブに対して実験結果のデータをプロットした状態を示す図である。

【図 7】 電線束が屈曲した状態を示す図である。

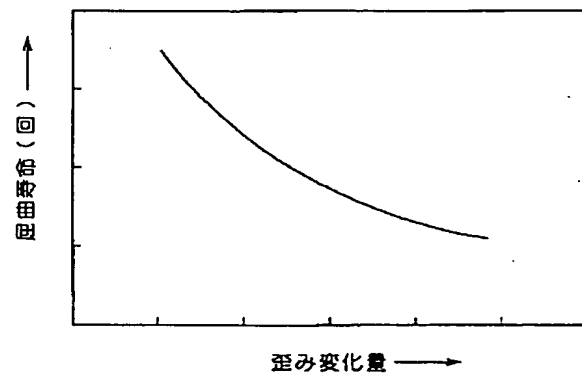
【符号の説明】

- 1, 31 中心導体線
- 3 絶縁層
- 2 芯線
- 32 電線束
- 33 電線

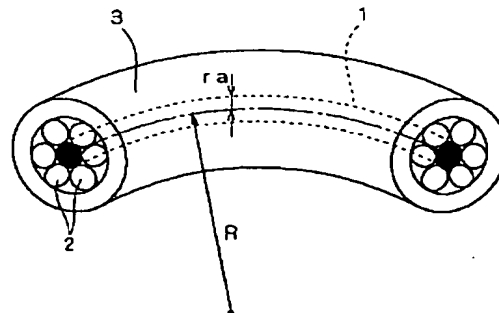
【図 2】



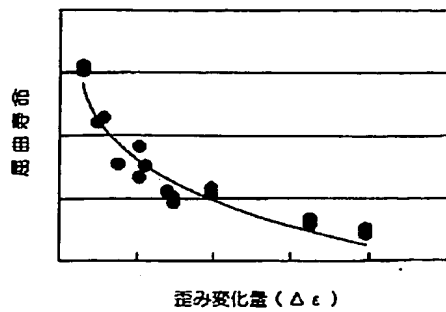
【図 4】



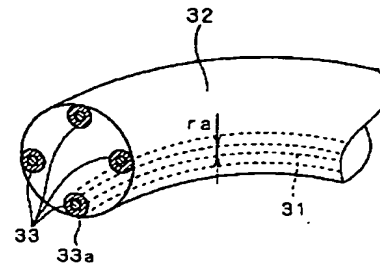
【図 5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H02G 3/38

識別記号

F I

H02G 3/28

テーマコード(参考)

F

(72) 発明者 井上 拓也

三重県四日市市西末広町1番14号 住友電
装株式会社内

(72) 発明者 川北 有紀

三重県四日市市西末広町1番14号 住友電
装株式会社内

(72) 発明者 大内 孝司

大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電
気工業株式会社大阪製作所内

(72) 発明者 鍛冶 幹雄

大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電
気工業株式会社大阪製作所内

F ターム(参考) 2G055 AA13 BA11 EA01 EA08 FA01

2G061 AA07 AB05 AC03 BA15 CA03

CB05 EA02 EA04 EC02

5G363 AA20 BA02 DC03